FRANÇOIS DE KEMMETER
LIC. EN SC. CHIM. U.C.L.
PHILIPPE OVERATH
DIPL. I.T.C.M.

MANDATAIRES AGRÉÉS AUPRÈS DE
L'OFFICE BELGE
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
ET DE
L'OFFICE EUROPÉEN DES BREVETS

MEMBRES DE L' A.I.P.P.I.

MARQUES - MODÈLES
A. PARIDAENS
DOCTEUR EN DROIT U.L.B.

CABINET BEDE

CONSEILS EN BREVETS. MARQUES. MODÈLES
FONDÉ EN 1876

TÉL. (02) 647.98.75
TELEX 23049 BEDE B
TELEFAX 32-2-648.74.85

AVENUE ANTOINE DEPAGE. 13
B - 1050 BRUXELLES Le 11 juillet 1990.

OFFICE DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE
(O.P.R.I.)
24-26,rue J.A. De Mot
B-1040 Bruxelles

V/RÉF. :

N/RÉF. : FdK/NP

OFFICE DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE
11.-7-1990
ENTREE

Brevet européen N° 0 178 750 délivré le 2 mai 1990
au nom de : CLAYTON INDUSTRIES

Messieurs,

Conformément à l'article 5.1 de la loi du 8 juillet 1977, nous annexons à la présente 1 exemplaire de la traduction du fascicule du brevet européen cité en rubrique.

Nous joignons également un pouvoir nous mandatant pour cette opération.

Veuillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.

P. PON CABINET BEDE

de KEMMETER François
Mand. Agr. 0801
CABINET BEDE

CABINET BEDE, Conseils en Brevets
Fondé en 1876
13, Avenue Antoine Depage, B - 1050 BRUXELLES

POUVOIR

La soussignée
William Clayton, Jr. for Clayton Industries
4213 Temple City Boulevard
El Monte California 91734-1530
(Etats-Unis d'Amérique)

constitue ..... mandataire aux effets ci-après :

Mm. F. de Kemmeter, Ph. Overath
CABINET BEDE
Av. Ant. Depage, 13 - 1050 Bruxelles
Chacun d'eux pouvant agir seul

à qui elle donne ..... pouvoir de, pour elle et en son nom, faire toutes les démarches nécessaires pour effectuer en BELGIQUE le dépôt de la traduction du fascicule de brevet européen conformément à l'article 5.1 de la loi du 8 Juillet 1977

En conséquence, signer et déposer toutes pièces, signer tous registres, verser et retirer toutes taxes, présenter toutes demandes relatives à des additions, perfectionnements, prolongations, ou introductions, lever toutes expéditions de titres, procès-verbaux, etc., lever des copies officielles ou autres même avant la délivrance ou la publication, retirer la demande et la représenter s'il y a lieu, élire domicile, substituer tout ou partie des présents pouvoirs et faire en général tout ce qui sera nécessaire ou utile pendant la durée de la protection, déclarant reconnaître et ratifier tous les actes accomplis pour la réalisation du présent mandat.

Fait à El Monte, California, USA le May 1, 1990

(Signature lisible)

CLAYTON INDUSTRIES

William Clayton, Jr.

K1

Traduction française du brevet européen : 0 178 750

"Méthode de travail d'une pompe à déplacement"

La présente invention concerne un procédé pour faire fonctionner une pompe volumétrique possédant une pluralité d'éléments de pompage discrets disposés en parallèle pour envoyer une eau d'alimentation à une chaudière à circulation forcée, un générateur de vapeur ou analogue, et des moyens servant à désactiver de façon sélective chaque élément de pompage, le procédé incluant les étapes consistant à faire fonctionner la pompe d'une manière continue et, en réponse à une demande réduite d'eau d'alimentation, désactiver au moins un élément de pompage sélectionné.

Des chaudières servant à produire une vapeur peuvent être du type à tube-foyer, dans lequel les gaz de combustion circulent dans des tubes immergés dans un récipient contenant de l'eau, ou du type à circulation forcée, dans lequel l'eau circule dans des tubes qui sont exposés aux gaz de combustion. Dans le premier type, le niveau de l'eau dans le récipient est normalement commandé au moyen d'une simple soupape à flotteur. Cependant, dans le second type, une ou plusieurs pompes refoulent l'eau à l'intérieur du ou des tubes, à un débit compatible avec la demande de vapeur. La commande du débit, avec lequel l'eau d'alimentation est envoyée à de telles chaudières est difficile en raison de la pression élevée (et souvent des températures élevées, avec lesquelles le condensat délivré par un séparateur de vapeur est renvoyé à l'entrée de la pompe), avec laquelle

l'eau doit être introduite.

Les systèmes de chaudières à circulation forcée servant à produire de la vapeur à un débit variable incluent des moyens servant à commander la source de chaleur (c'est-à-dire l'écoulement de combustible et d'air envoyé à un brûleur) ainsi que l'eau envoyée au serpentin de refroidissement. La commande du combustible à l'aide de soupapes classiques de modulation, et de clapets classiques est une tâche simple par rapport à la commande de la quantité d'eau envoyée aux chaudières. Bien que l'on ait utilisé des pompes à cylindrée variable et à cylindrée constante pour l'envoi de l'eau d'alimentation, les pompes à cylindrée constante présentent l'avantage de fournir un débit de sortie prédéterminé dans des conditions de pression variables.

Une pompe du type à diaphragme, dans laquelle un moteur électrique entraîne des pistons alternatifs, qui sont logés à l'intérieur de la pompe et, à leur tour, refoulent une huile hydraulique contre des diaphragmes flexibles de manière à déplacer l'eau, se sont avérés être particulièrement appropriés pour l'envoi de l'eau d'alimentation à des chaudières à circulation forcée. Comme cela est décrit dans US-A-3 972 654, des sections individuelles de pompe (piston et cylindre) peuvent être désactivées au moyen de soupapes électromagnétiques de dérivation, ce qui permet de commander le débit de sortie de la pompe selon des incréments associés au nombre des sections de la pompe, à savoir 3/4, 1/2 ou 1/4 du débit total pour une pompe à quatre sections. Des colonnes tubulaires d'eau séparent la tête ou les diaphragmes de la pompe vis-à-vis de soupapes antiretour disposées entre un collecteur d'entrée et un collecteur de sortie, afin de protéger les diaphragmes vis-à-vis de températures excessives.

Lorsque la quantité d'eau demandée ne peut pas être fournie au moyen de la désactivation d'une ou plu-

sieurs sections de la pompe, par exemple 60 % du débit de sortie total de la pompe, on peut actionner une soupape de dérivation de l'eau pour renvoyer une partie de l'eau à l'entrée de la pompe. La soupape de dérivation de l'eau fonctionne à la manière d'une soupape de modulation permettant de délivrer de façon précise la quantité d'eau requise. De telles soupapes de dérivation ont tendance à fuir et requièrent une maintenance considérable en raison de la formation de tartre et en raison de l'usure provoquée par des particules solides véhiculées par l'eau à haute température.

Comme autre solution destinée à remplacer des soupapes de dérivation de l'eau, on a utilisé, dans l'art antérieur, un système de commande échelonné, selon lequel le débit de sortie de vapeur est commandé au moyen d'un arrêt (complet ou partiel) de l'écoulement d'eau, de l'écoulement de combustible et de l'écoulement d'air lorsque la pression de vapeur atteint une valeur, et au moyen du rétablissement de l'envoi du combustible, de l'eau et de l'air lorsque la pression de vapeur tombe à une seconde valeur. Bien que de tels systèmes de commande étagée soient moins onéreux que des systèmes de commande à modulation complète, ils présentent plusieurs inconvénients.

Tout d'abord la pression de vapeur varie dans une gamme considérable. En second lieu, lorsque l'arrivée du combustible est totalement interrompue, la chambre de combustion doit être purgée de tous les gaz résiduels ou du combustible résiduels avant d'être remise en marche. Bien que la période de purge préalable puisse ne prendre que quelques secondes dans une petite chaudière, c'est-à-dire une chaudière de 74 570 - 149 840 watts (100-200 chevaux (H.P.)), il peut être nécessaire d'attendre plusieurs minutes pour une chaudière de grandes dimensions, par exemple d'une capacité de 372 850 watts ou plus (500 H.P. ou plus). Un retard aussi important peut entraîner une chute

excessive de la pression de vapeur.

Une autre solution permettant de remplacer les soupapes de dérivation de l'eau consiste à utiliser une pompe à diaphragme à commande hydraulique, dans laquelle la course de déplacement des diaphragmes individuels (et par conséquent la quantité d'eau pompée) est commandée au moyen d'une modification de la quantité du fluide hydraulique envoyé au diaphragme. Une pompe de ce type est décrite dans le brevet US N°3 972 654. Bien que de telles pompes aient permis de commander de façon précise la délivrance de l'eau d'alimentation et de supprimer le problème des fuites des soupapes de dérivation de l'eau, elles sont d'une fabrication onéreuse.

US-A-3 767 326 décrit une pompe à diaphragme à commande hydraulique, dans laquelle un rotor, qui porte un piston orbital, est disposé à l'intérieur d'un réservoir contenant un fluide de pompage, ce qui produit des pulsations continues de l'entraînement du fluide par pompage en direction de la chambre de travail du diaphragme lorsque le rotor tourne. Pour arrêter l'action de pompage sans arrêter le fonctionnement de la partie formant piston de la pompe, une canalisation de dérivation contenant une soupape électromagnétique s'étend entre la chambre de travail et le réservoir. Lorsque la dérivation est ouverte, le déplacement en va-et-vient du piston provoque simplement un aller et retour du fluide dans la dérivation. Cependant, cet agencement connu est utilisé uniquement pour des processus requérant la délivrance d'une quantité prédéterminée de fluide pompé, cette quantité prédéterminée étant égale à un nombre entier de volumes correspondant à une cylindrée complète de la pompe.

Conformément à la présente invention, un procédé tel que défini ici précédemment, au début de la description, est caractérisé par les étapes consistant à envoyer un signal représentatif du débit requis d'arrivée de l'eau

d'alimentation et, en réponse audit signal représentant le débit requis, inférieur au débit maximum d'alimentation délivré par la pompe, activer et désactiver en alternance ledit élément sélectionné, à une fréquence constante, et utiliser ledit signal pour régler le rapport de la durée d'une phase d'activation de l'élément à la durée d'un cycle complet d'activation et de désactivation de l'élément, pour que le débit moyen d'envoi de l'eau d'alimentation par ledit élément de pompage sélectionné, ajouté au débit d'alimentation fourni par les autres éléments de pompage, soit égal au débit requis représenté par ledit signal.

Conformément à un mode d'exécution préféré de la présente invention, un combustible est envoyé d'une manière continue à un brûleur de la chaudière et le débit du combustible est contrôlé, ce qui permet de déterminer le débit d'eau requis par la chaudière. La pompe volumétrique, qui comporte une pluralité d'éléments discrets de pompage, est actionnée de manière à envoyer l'eau à la chaudière, et au moins l'un des éléments de pompage est désactivé d'une manière périodique, avec un taux de marche variable, qui est en rapport avec la demande d'eau, le taux de marche étant égal à la durée de pompage divisée par la durée d'un cycle.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 représente une vue schématique d'un système de chaudière à alimentation forcée, pour lequel la présente invention est particulièrement utile.

La figure 2 représente une vue en coupe transversale de la pompe de l'eau d'alimentation utilisée dans le système de la figure 1.

La figure 3 représente une vue en coupe transversale de la pompe de la figure 2.

La figure 4 représente un diagramme illustrant le fonctionnement de la pompe des figures 2 et 3 conformément à la présente invention.

La figure 5 est un schéma-bloc d'un système de

commande automatique pour la pompe des figurs 2 et 3 conformément à la présente invention.

La figure 6 est un diagramme de formes d'ondes illustrant le fonctionnement de l'un des éléments de pompage de la pompe des figures 2 et 3.

DESCRIPTION DU MODE DE MISE EN OEUVRE PRÉFÉRÉ

La présente invention concerne des systèmes de commande de l'eau d'alimentation pour des chaudières à circulation forcée et un procédé d'envoi de l'eau d'alimentation à de telles chaudières. En se référant notamment à la figure 1, le système comporte une chaudière 10 à tube d'eau, possédant une entrée 12 pour l'eau et une sortie 14 pour la vapeur. La partie inférieure de la chaudière 10 entoure une chambre de combustion 16. Un brûleur 18 est disposé à l'extrémité inférieure de la chaudière et inclut une buse à mazout 20 servant à atomiser le mazout et une extrémité 22 en forme de volute, qui fait saillie vers le haut à l'intérieur de la chaudière. L'air permettant d'atomiser le combustible est délivré par une source appropriée (non représentée) par l'intermédiaire d'une canalisation 24. Le mazout est envoyé au brûleur 18 au moyen d'un tube d'alimentation 26 et d'une soupape 28 de commande de modulation du combustible, à partir d'une source appropriée de mazout sous pression (non représentée) raccordée à l'extrémité 30 du tube d'alimentation aboutissant à la soupape de commande 28.

La soupape 28 de commande de modulation du combustible est représentée sur la figure 3 du brevet US N°3 972 654, attribué au cessionnaire de la présente invention. La soupape 28 comporte un servomoteur 32, qui commande la position en rotation d'une plaque de came 34, la position linéaire de la tige de soupape 36, par l'intermédiaire d'un suiveur de came (non représenté) et la position du curseur d'un potentiomètre 43 représenté sur la figure 5. A son tour, la tige de soupape commande la circulation

du mazout dans le tube 26 en fonction de la position de la plaque de came 34. Le servomoteur 32 peut être commandé par un opérateur, par exemple au moyen d'un potentiomètre, ou bien peut faire partie d'un système à rétroaction (non représenté) qui répond aux demandes de puissance de la chaudière. Le rôle du servomoteur 32 et de la soupape de modulation 28 est de commander de façon précise l'écoulement de mazout envoyé au brûleur de manière à fournir la chaleur requise pour produire la quantité de vapeur désirée ou demandée. Le rôle du potentiomètre 43 est d'envoyer un signal de commande au système pour l'envoi de l'eau d'alimentation à la chaudière 10, comme cela sera expliqué en référence à la figure 5.

Un ventilateur 38 envoie l'air à la chambre de combustion 16 par l'intermédiaire d'une canalisation 40. Un volet 42 de modulation de l'air est raccordé à la plaque de came 34 par une tringlerie 44 de manière à commander la quantité d'air pénétrant dans la chambre de combustion en fonction de la quantité de combustible traversant la soupape 28.

La vapeur quittant la sortie 14 du serpentin de chauffage ou de la chaudière 10 est envoyée à un séparateur de vapeur 46, qui comporte une buse de séparation 48 située à l'intérieur d'une enceinte sous pression 50. La vapeur est refoulée par une sortie 52. Un piège à vapeur 54 renvoie la vapeur en excès (condensat) depuis le séparateur jusqu'à un réservoir d'eau chaude (non représenté), puis au collecteur d'entrée 56 d'une pompe d'eau d'alimentation 58. Le piège 54 comporte une soupape 57 qui s'ouvre périodiquement pour envoyer une quantité donnée du condensat au réservoir d'eau chaude ou au collecteur 56 d'entrée de la pompe.

En se référant maintenant aux figures 1,2 et 3, la pompe 58 comporte un carter 60 qui loge quatre cylindres 62,64,66 et 68, et un carter de vilebrequin 69 rempli,

jusqu'à un niveau approprié, par un fluide ou de l'huile hydraulique. Les pistons 62a,64a,66a et 68a sont raccordés à un vilebrequin 70 au moyen de bielles appropriées, comme cela est représenté. Le vilebrequin est tourillonné dans des paliers 72 et 74. Un arbre porte-pignon 76, qui porte un pignon à denture hélicoïdale 78 traverse le carter 60. Le pignon hélicoïdal 78 entraîne un pignon principal 80 claveté sur le vilebrequin 70. Des chambres à eau 62b,64b, 66b et 68b sont associées respectivement aux cylindres 62, 64,66 et 68.

Comme représenté sur la figure 3, chaque chambre à eau comporte un logement 89 et un diaphragme flexible 90 qui est poussé contre un premier siège 92 ménagé dans le carter 60 de la pompe par l'intermédiaire d'un ressort hélicoïdal 94. Une chambre hydraulique 96 est disposée sur le côté du diaphragme 90 tourné à l'opposé du ressort 94. La chambre hydraulique 94 est raccordée au fond du cylindre 62 par l'intermédiaire d'un orifice 98, comme cela est représenté sur la figure 2. Le cylindre 62 reçoit l'huile en provenance du carter de vilebrequin 69 par l'intermédiaire d'orifices 99 lorsque le piston 62a est dans la position la plus haute. Lorsque le piston 62a descend, l'huile est refoulée dans la chambre hydraulique 96, et le diaphragme 90 est déplacé en direction d'un siège 102 formé dans le logement 89 en comprimant de ce fait le ressort 94 et en faisant monter l'eau qui se trouve à l'intérieur d'une chambre 104, dans une canalisation montante 106. L'eau sort en traversant une soupape antiretour 108 pour pénétrer dans un collecteur de sortie 110, puis pénètre dans l'entrée 12 du tube de la chaudière. L'eau est envoyée à la chambre à eau 104 et à la canalisation montante 106 à partir d'un collecteur d'entrée 112, en traversant une soupape antiretour 114, comme cela est représenté sur les figures 1 et 3. Les chambres à eau 64b,66b et 68b sont identiques à la chambre 62b, que l'on vient de décrire.

Une soupape de dérivation 116 constituée par un alésage cylindrique 117 et un corps de soupape adapté 118 logé dans cet alésage, sert à dériver de façon sélective l'huile depuis le cylindre 62 pour la renvoyer au carter du vilebrequin 69 de manière à annihiler l'action de pompage de l'élément de pompage constitué par le cylindre 62, le piston 62a et la chambre à eau 62b, comme cela va être décrit.

La soupape de dérivation 116 raccorde l'orifice 98 et la chambre hydraulique 96 au carter du vilebrequin 69 par l'intermédiaire d'un passage 120. Une tige 122 de soupape de dérivation est montée entre le corps de soupape 118 et un vérin pneumatique 124. Le vérin pneumatique 124 comporte une enceinte cylindrique 126, un piston d'actionnement 128 et un ressort de rappel 130. L'enceinte comporte une canalisation d'entrée d'air 128a destinée à recevoir l'air comprimé en provenance d'une soupape 182 représentée sur la figure 5, comme cela va être décrit.

Chaque ensemble hydraulique à piston et cylindre 64/64a, 66/66a et 68/68a est équipé d'une soupape de dérivation séparée (repérée par 134,136 et 138 comme représenté) possédant une constitution identique à celle que l'on vient de décrire. Des actionneurs pneumatiques 144,146 et 148 actionnent respectivement les soupapes 134,136 et 138. Chaque ensemble hydraulique à piston/cylindre, auquel est associé la chambre à eau, forme un élément de pompage discret, qui peut être désactivé de façon sélective par la soupape de dérivation associée.

Une pompe à deux cylindres, du type représenté sur les figures 2 et 3, est décrite dans le manuel d'instructions du générateur de vapeur modèle E-100 publié par le cessionnaire de la présente demande, Clayton Industries, Inc. ("Clayton"). Une pompe à quatre cylindres comportant uniquement deux soupapes de dérivation est décrite dans le manuel d'instructions pour les générateurs de vapeur modèle

E-300 de Clayton. Dans la présente invention, on utilise deux pompes de ce type comportant deux cylindres et la soupape de dérivation, qui leur est associée, l'ensemble constituant un élément de pompage. D'autres types de pompes volumétriques peuvent être utilisés dans le système décrit. Par exemple il serait approprié d'utiliser des pompes à piston duplex et triplex fabriqués par Worthington Corporotation de Harrison, New Jersey, pourvu que des soupapes de dérivation appropriées soient incorporées dans les pompes de manière à activer les cylindres devant être sélectivement désactivés.

La figure 4 représente la manière dont les soupapes de dérivation du fluide hydraulique 116,134,106 et 138 sont commandées de manière à satisfaire à six exemples différents de demandes d'eau. Dans la première colonne, dans laquelle le maximum d'eau est demandé, toutes les soupapes sont fermées et il en résulte qu'aucun élément de pompage n'est désactivé. La pompe 60 délivre par conséquent tout son débit nominal d'eau à la chaudière.

La colonne 2 de la figure 4 illustre le fonctionnement des soupapes de dérivation lorsque la demande d'eau est égale à 80 % du débit de sortie nominal. Les soupapes 134,136 et 138 restent fermées, mais la soupape 116 est commandée de façon cylique d'une position fermée à une position ouverte, d'une manière périodique. La période particulière choisie dépend de la variation admissible de la pression de vapeur et de l'usure pouvant être tolérée dans les soupapes. Une période comprise entre 10 et 60 secondes et de préférence égale à environ 30 secondes s'est avérée fournir de bons résultats pour un système de chaudière possédant une capacité nominale de 500 chevaux (H.P). La soupape 116, pour l'exemple de la colonne 2, fonctionne avec un taux de marche de 20 %. C'est-à-dire que pour chaque période de 30 secondes, la soupape est fermée pendant 6 secondes et ouverte pendant 24 secondes. L'élément de pompage

comprenant le cylindre 62, le piston 62a et la chambre à eau 62b est par conséquent activé pendant 20 % du temps et désactivé pendant 80 % du temps, et délivre un cinquième de sa capacité nominale. La pompe 60 délivre par conséquent 80 % de son débit nominal maximum.

Dans l'exemple représenté dans les colonnes 3,4,5 et 6 de la figure 4, la pompe fonctionne respectivement à 65 %, 50 %, 35 % et 20 % de sa capacité nominale. Les soupapes 116,134,136 et 138 sont activées comme cela est illustré.

En se référant maintenant à la figure 5, un micro-ordinateur ou un micro-contrôleur (CPU) 162 est utilisé pour commander les soupapes de dérivation 116,134, 136 et 138. L'unité CPU 162, et le circuit qui lui est associé, sont alimentés par une source de courant continu à +5 volts appropriée 165. Un circuit d'horloge 164 formé par un oscillateur est raccordé à l'unité CPU 162 de manière à fournir la cadence nécessaire pour les fonctions internes à l'unité CPU. Un interrupteur de remise à l'état initial 161 est raccordé à l'unité CPU de manière à faire redémarrer le programme à n'importe quel moment. Un affichage numérique et un clavier 163a sont raccordés à l'unité CPU 162 d'une manière classique. Facultativement, un terminal à tube cathodique et un clavier 163b peuvent être raccordés à l'unité CPU 162 moyennant l'utilisation d'une interface d'entrée/sortie série RS-232. Le programme pour l'unité CPU peut être mémorisé d'une manière interne ou externe dans une mémoire 166 d'enregistrement du programme externe et de données. En outre, on peut utiliser une unité de mémoire rémanente de données d'étalonnage 167 pour mémoriser des données introduites par l'opérateur au moyen du clavier ou du bloc de touches. Un contrôleur d'entrée/sortie parallèle 168 est utilisé pour introduire ---------- des signaux numériques dans ---------- l'unité CPU 162 ou en faire sortir de tels signaux, au moyen d'une ligne de bus

parallèle 182. Un ensemble 169 tampon d'entrée/sortie numérique/relais à l'état solide est utilisé en vue de son raccordement direct à un matériel d'entrée et de sortie numérique qui sera décrit ultérieurement. Des données analogiques sont obtenues à partir du convertisseur analogique/numérique 160 et sont envoyées à l'unité CPU 162 sous la commande de cette unité.

Le fonctionnement général du système de commande représenté sur la figure 5 est le suivant: lors de la mise sous tension du système, l'unité CPU 162 exécute une remise à l'état initial et s'initialise dans des conditions de démarrage. Le programme commence alors à se dérouler et, à son tour, initialise le convertisseur analogique/numérique 160 et le contrôleur d'entrée/sortie en parallèle 168 de sorte que ces dispositifs démarrent dans un état de fonctionnement sûr. Le programme appelle l'unité CPU 162 pour l'obtention de certaines données d'étalonnage à partir de la mémoire rémanente de données d'étalonnage 167 et obtient immédiatement la position du potentiomètre de charge 43 en amenant le convertisseur analogique/numérique 160 à convertir le signal analogique du potentiomètre en une valeur numérique et à transmettre cette valeur à l'unité CPU 162. Ensuite, l'unité CPU appelle des entrées numériques, qui se présentent sous la forme d'ouvertures ou de fermetures de contacts (des 0 ou des 1) à partir d'un commutateur fonctionnement-remplissage 174 et d'un relais 175 de démarrage à combustion réduite. Le commutateur fonctionnement-remplissage 174 est un interrupteur manuel permettant à l'opérateur de remplir le serpentin 10 de la chaudière avant que le brûleur soit branché. Pour réaliser cette opération, l'opérateur peut simplement amener l'interrupteur dans la position de remplissage pendant un intervalle de temps prédéterminé afin de s'assurer qu'il existe une quantité d'eau suffisante à l'intérieur de la chaudière pour empêcher tout endommagement du serpentin lorsque le brûleur

est mis en marche. Le commutateur fonctionnement-remplissage 174 commande le relais 175 de démarrage de la combustion réduite et empêche l'activation de ce relais jusqu'à ce que le commutateur fonctionnement-remplissage 174 soit venu dans la position de fonctionnement. Lorsque le relais de démarrage de la combustion réduite est activé, il permet au brûleur 20 de fonctionner à un taux initial de 20 %. Le manuel d'instructions de Clayton pour le générateur de vapeur de la série E-100 fournit une description plus détaillée d'utilisation d'un commutateur fonctionnement-remplissage et d'un relais de démarrage de combustion réduite dans un système formant générateur de vapeur.

En fonction du réglage du commutateur fonctionnement-remplissage et du relais de démarrage de la combustion à un niveau faible, l'unité CPU 162 amène le contrôleur d'entrée/sortie en parallèle 168 à envoyer un signal numérique à l'ensemble 169 formé par le tampon d'entrée/sortie numérique/le relais à l'état solide, qui actionne une certaine combinaison de soupapes électromagnétiques 182,184, 186 et 188, ce qui, à son tour, entraîne l'activation des soupapes de dérivation 116,134,136 et 138 au moyen de la pression de l'air envoyé aux canalisations d'air 182a,184a, 186a et 188a.

Lorsque chaque soupape 182,184,186 et 188 reçoit un signal de sortie de la part du relais d'entrée/sortie 169, elle commute la canalisation de sortie d'air 182a, 184a,186a ou 188a qui lui est associée, depuis une source d'air comprimé 190 en direction de l'atmosphère. Les canalisations d'air 182a,184a,186a et 188a sont raccordées aux actionneurs pneumatiques respectifs 124,144,146 et 148, comme cela est représenté sur la figure 3. Pour une demande d'eau se situant entre 100 % et 75 % de la valeur maximale, les trois actionneurs pneumatiques 144,146 et 148 et les soupapes de dérivation 134,136 et 138, qui leur sont associées, sont maintenues dans leur position fermée, comme

cela est représenté sur la figure 3. Pour des demandes d'eau se situant entre 75 % et 50 %, la soupape 184 raccorde l'actionneur pneumatique 144 à la source de pression d'air 190, qui provoque un déplacement ascendant du piston à l'intérieur de cet actionneur, à l'encontre de l'action du ressort et ouvre la soupape de dérivation 134, ce qui désactive l'élément de pompage constitué par le cylindre 64, le piston 64a et la chambre à eau associée. Lorsque la demande d'eau tombe respectivement au-dessous de 50 % et de 25 %, les soupapes de dérivation 136 et 138 sont ouvertes. On notera que, lorsque le commutateur fonctionnement-remplissage 174 est dans la position de remplissage, le signal de sortie appliqué aux soupapes électromagnétiques 182,184,186 et 188 est tel que l'écoulement d'eau délivré par la pompe 60 est proportionnel à la position du potentiomètre 43, mais n'est pas inférieur à environ 20 %, ce qui garantit que de l'eau remplit le serpentin 10.

Comme cela a été décrit en référence à la figure 4, la soupape de dérivation 116 associée à l'élément de pompage comportant le cylindre 62, le piston 62a et la chambre à eau 62b ,est activée de manière à fournir un réglage précis de la demande d'eau, par exemple des pourcentages supérieurs à 75 %, compris entre 75 % et 50 %, entre 50 % et 25 % et inférieures à 25 %. A cet effet, le programme de l'unité CPU règle le taux de marche de la soupape 116 au moyen de l'application d'un signal de sortie depuis l'accès d'entrée/sortie en parallèle 168 à la soupape pneumatique 182 à commande électrique. La soupape 182 relie l'actionneur pneumatique 124 à la source 190 lorsqu'un signal de sortie est présent dans le conducteur 193. A tous les autres instants, la soupape 182 relie l'actionneur pneumatique à l'atmosphère, en maintenant la soupape de dérivation 116 fermée.

La figure 6 représente le fonctionnement de l'élément de pompage comprenant le cylindre 62, le piston

62a et la chambre à eau 62b. Un niveau haut de la forme d'onde représente l'action de pompage complète alors que la soupape de dérivation 116 est fermée, et le niveau bas représente l'absence d'une action de pompage, la soupape de dérivation étant ouverte.

Après avoir déclenché le fonctionnement d'une ou de plusieurs des soupapes électromagnétiques, le programme commande l'ordinateur pour qu'il répète le cycle que l'on vient de décrire et, en outre, pour qu'il envoie des données au tube cathodique 163b ou au dispositif d'affichage numérique 163a et mémorise certaines données dans la mémoire rémanente 167.

L'opération spécifique du système de commande décrit est représentée de façon plus détaillée dans la table suivante, qui indique un listage du programme en langage BASIC utilisé par l'unité CPU 162.

I

TABLE DU PROGRAMME

```
A.    PROGRAMME EN LANGAGE BASIQUE DU SYSTEME DE COMMANDE DE LA CHAUDIERE PAR
      ORDINATEUR
003   'une apostrophe (') marque le début d'un commentaire; le symbole (:)
      sépare des ordres
005   'MLOOPS= nombre de boucles machine (CPU) en temps réel en 10 secondes
010   'A(0)-A(4)= scalaire pour les états des signaux de sortie envoyés aux
      soupapes électromagnétiques (182,184,186,188)
015   'h= valeur hexadécimale ou adresse; "barre oblique" (/) implique une
      division par un nombre entier
020   'TIMER= minuteur basé sur MLOOPS, qui minute le cycle de marche
025   'FLOW= débit d'eau calculé en % sur la base du signal de sortie du po-
      tentiomètre 43 et du facteur d'écoulement (FF)
030   'FF= facteur d'écoulement de l'eau en % du maximum de l'échelle; pour
      réduire le débit de la pompe
035   'DUTY= durée du cycle en secondes pour un cycle complet de marche
040   'POT= valeur numérisée du signal de sortie du potentiomètre 43: 0-255=
```

```
      taux de marche 20-100 % (ou demande d'eau) respectivement
045   'MINACT= durée d'actionnement minimale pour l'électroaimant en secondes
050   'CYLON= nombre de cylindres 64,66,68 de la pompe, qui sont activés
      (c'est-à-dire que ceci n'inclut pas le cylindre 62 qui fait l'objet
      d'une commande cyclique)
055   'ONTIME= une durée du cycle MARCHE, pendant laquelle CYLON+1 cylindres
      sont actifs
060   'LFS= position du relais de démarrage de faible combustion: 0 = fermé =
      aucune combustion, 1 = ouvert = combustion
065   'RFS= position du commutateur de marche/remplissage: 0 = fermé = fonc-
      tionnement, 1 = ouvert = remplissage
070   'I= une minuterie pour activer les soupapes électromagnétiques pour MI-
      NACT, par exemple 1 seconde
075   'BCYL= valeur précédente de CYLON par comparaison à une nouvelle valeur
      de CYLON
080   'PPORTx= accès d'entrée/sortie en parallèle (I/O) 169: x=0 signifie un
      ordre ou un signal d'entrée envoyé à I/O 169; x=1 signifie un signal de
      sortie envoyé aux soupapes électromagnétiques (182,184,186,188); x=0
      signifie l'envoi d'un ordre ou d'un signal d'entrée numérique au
      convertisseur analogique/numérique 160
085   'PUMP= ordre envoyé à la pompe pour un certain nombre de cylindres de-
      vant exécuter le pompage
090   SBUF= adresse interne, dans l'ordinateur, du dernier caractère reçu par
      l'unité CPU en provenance de 163b
B. MODULE D'INITIALISATION
110   MLOOPS= 10:A)(0)=15:A(1)=          'définir de la boucle machine &
      7:A(2)=3:A(3)=1:A(4)=0             scalaires
120   SBUF=99h:FF=100:DUTTY=             'initialiser les variables
      30:MINACT=1                        d'entrée
125   PPORT0=7000h:PPORT1=               'initialiser les adresses d'accès
      7001h:PPORT2=7002h
130   PUMP=7:TIMER=0:LFS=0:              'initialiser le taux du cylindre
      POT=0:FLOW=20                      1 à 20 %
140   POKE PPORT0,91h:POKE               'initialiser PPORT & de la
      PPORT1,PUP                         pompe
```

```
145   GOTO 170                          'n'autorise aucun signal d'entrée
                                        sauf si l'opérateur introduit un
                                        signal d'entrée avec la touche ESC
150   INPUT "Introduire le taux         'taux de réglage de l'écoulement
      d'écoulement(85-100%)";FF         d'eau
155   Si FF<5 ou FF>100 GOTO 150        'éditer le taux de réglage
160   INPUT "Introduction de la         'durée du cycle, nominale =
      durée du cycle (10-60s)";         20 s
      DUTY
165   Si DUTY<10 ou DUTY>60             'éditer la durée du cycle
      GOTTO 160                         de marche
170   DUTY=DUTY*MLOOPS/10               'calculer la durée réelle du cycle
180   MINACT-MINACT'MLOOPS/10           'calculer le retard réel
C. MODULE DE LA BOUCLE DE COMMANDE
200   TIMER=TIMER+1:IF                  'incrémenter le compteur, remise
      TIMER>DUTY THEN TIMER=1           à zéro si maxd
210   FLOW=FF*(20+16*POT/51)/100        'calculer le pourcentage du débit à
                                        partir du convertisseur analogique/
                                        numérique
220   CYCLON=FLOW/25:ONTIME=            'calculer #marche, #boucles
      FLOW-CYLON*25)*DUTY/25            CYLON+1 marche
225   IF TIMER>=ONTIME THEN             Si <ONTIME, appliquer CYLON+1
      CYLON=CYLON+1
230   IF LFS=0 and RFS=0 THEN           'LFS fermé, pas de pompage
      CYLON=0:PRINT"NO FIRE"
235   IF RFS=<>0 THEN                   "LFS ouvert, donc remplir le
      PRINT "FILLING"                   serpentin
240   IF 1=MINACT THEN I=0              'mettre à zéro le retard, si maximum
245   IF I>0 THEN I=1+1;                'retard, donc quitter le cycle
      GOTO 260                          marche
250   IF BCYL<>CYLON,                   'nouveau cylindre, donc faire
      THEN I=1                          redémarrer du retard
255   PUMP=A(CYLON)                     'valeur cycle = PUMP
260   BCYL=CYLON                        'garder CYLON pour la boucle
                                        suivante
```

```
265   PRINT "LOAD=";(POT*100)/          'imprimer les valeurs sur le tube
      255;"%" FLOW=";FLOW               cathodique
270   POKE PPORT2;0:POKE PPORT2,        'adresser le convertisseur numérique
      80h:POKE PPORT1,P                 /analogique, effectuer la conver-
                                        sion, commander la pompe
275   POKE PPORT2,10h:CAM=              'valider sortie & lecture du con-
      PEEK(PPORT0)                      vertisseur analogique/numérique(pot)
280   RFS=08h AND PEEK(PPORT2)          'masquer le bit RFS
285   LFS=04h AND PEEK(PPORT2)          'masquer le bit LFS
290   IF PEEK(SBUF)=027                 'ESC, donc autoriser l'entrée de
      GOTO 150                          signaux
295   GOTO 200                          'boucle en permanence
300   STOP                              'erreur dans le cas de cette
                                        exécution
```

La table de programme indiquée précédemment est auto-explicative. Les lignes 3-85 concernent des remarques de non exécution (REM en BASIC), qui concernent des variables et des fonctions. Les lignes 110-180 sont des instructions exécutables avec manipulation de variables et de constantes. Chaque ligne est suivie par une remarque qui décrit l'action des instructions sur la ligne. Les lignes 200-300 traitent de l'acquisition des données, de calculs et de la commande de la pompe d'eau d'alimentation 60. On notera que le symbole * est utilisé en tant que signe de multiplication. Ainsi, la ligne 210 signifie que la constante 16 est multipliée par la valeur numérique du signal de sortie du potentiomètre 43 et est divisée par la constante 51, et le résultat est soustrait de la constante 20, la valeur résultante étant multipliée par le taux d'écoulement d'eau FF, qui est normalement réglé à 100 %. La valeur résultante est alors divisée par 100 de manière à fournir l'écoulement d'eau demandé en pourcentage. Par exemple, si le signal de sortie du potentiomètre 43 est réglé sur sa valeur médiane (moitié de sa tension de sortie),

c'est-à-dire une valeur numérique égale à 128, alors l'écoulement d'eau est calculé conformément à:

$$FLOW = \frac{100\%}{100}\left(10 + \frac{16*128}{51}\right) = \frac{100\%}{100}(20 + 40) = 60\%$$

Avec une demande d'eau de 60 %, la valeur CYLON sur la ligne 220 serait égale à 60/25 ou 2 et le temps de marche ONTIME serait égal à

$$\frac{(60-2*25)\ 30}{25}$$

soit 12 secondes, si la durée du cycle est égale à 30 secondes.

Des canaux additionnels de conversion analogique/numérique et des signaux d'entrée ou des signaux de sortie numériques pourraient être ajoutés au système de la figure 5, en fonction de l'aptitude du matériel à les traiter, et des changements pourraient être apportés au programme pour obtenir une adaptation à de telles modifications matérielles. Naturellement, on comprendra que l'on peut utiliser d'autres langages que le BASIC pour atteindre exactement le même objectif que celui du programme BASIC.

Le système de commande informatisé décrit précédemment et représenté sur la figure 5 peut être réalisé à l'aide des composants suivants, disponibles dans le commerce. Pour optimiser les performances du système de commande, on peut échanger ou remplacer les composants par des composants différents, sans sortir de l'esprit et du cadre de l'invention.

COMPOSANT	RÉFÉRENCE	FABRICANT	MODELE
CPU	162	Intel	8051,8031 ou 8751
Horloge	164	M-TRON	MP-1 12 MHz
Accès d'entrée/sortie en parallèle	168	Intel	8255

Alimentation en énergie	165	Condor	B5-3/OVP
Mémoire externe EPROM	166	Intel	2732A
Mémoire externe RAM	166	Texas Instruments	TMS4016
NVRAM	167	XICOR	X2044P
Convertisseur analogique/numérique	160	National Semiconductor	ADC0808
Tube cathodique/ clavier	163b	Beehive	DMIS
Bloc de touches	163a	Microswitch	16SD Series
Dispositif d'affichage numérique	163a	General Instruments	MMN36000 Series
Relais à l'état solide	169	Opto 22	Various
Potentiomètre de charge	43	New England Instruments	F785D103
Soupape électromagnétique	212	General Contrôls	S303AF02V3BC5E
Soupape de dérivation	116	Clayton Industries	UH-60658

Il est également nécessaire d'utiliser de nombreux composants additionnels comme par exemple des résistances, des condensateurs, des circuits intégrés pour l'assistance de l'unité CPU, des connecteurs, des douilles, des cartes à circuits imprimés, etc.

Lorsque la commande cyclique s'applique à plus d'un élément de pompage, il est préférable que les éléments soient commandés cycliquement d'une manière séquentielle, plutôt que simultanée. D'autres modifications pourraient inclure la commande cyclique de seulement deux éléments de pompage dans une pompe à 2 à 4 pistons, ou même 6 ou 8 éléments de pompage dans une pompe comportant un nombre correspondant de pistons.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour faire fonctionner une pompe volumétrique possédant une pluralité d'éléments de pompage discrets (90) disposés en parallèle pour envoyer une eau d'alimentation à une chaudière à circulation forcée (10), un générateur de vapeur ou analogue, et des moyens (116,124) servant à désactiver de façon sélective chaque élément de pompage (90), le procédé incluant les étapes consistant à faire fonctionner la pompe (58) d'une manière continue et, en réponse à une demande réduite d'eau d'alimentation, désactiver au moins un élément de pompage sélectionné (90), caractérisé par les étapes consistant à envoyer un signal représentatif du débit requis d'arrivée de l'eau d'alimentation et, en réponse audit signal représentant le débit requis, inférieur au débit maximum d'alimentation délivré par la pompe (58), activer et désactiver en alternance ledit élément sélectionné (90), à une fréquence constante, et utiliser ledit signal pour régler le rapport de la durée d'une phase d'activation de l'élément (90) à la durée d'un cycle complet d'activation et désactivation de l'élément, pour que le débit moyen d'envoi de l'eau d'alimentation par ledit élément de pompage sélectionné, ajouté au débit d'alimentation fourni par les autres éléments de pompage, soit égal au débit requis représenté par ledit signal.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un ou plusieurs des autres éléments de pompage (90) sont désactivés.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la désactivation de chaque élément de pompage est réalisée au moyen de l'ouverture d'une soupape de dérivation respective (116,134,136,138).

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite pluralité d'éléments comprend au moins quatre éléments.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'une soupape de dérivation (134) est maintenue ouverte lorsque le débit requis se situe entre des premières limites préréglées.

6. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce qu'une seconde soupape (136) est maintenue ouverte lorsque le débit requis est situé entre des secondes limites préréglées.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une troisième soupape de dérivation (138) est maintenue ouverte lorsque le débit requis se situe entre des troisièmes limites prédéterminées.

8. Procédé suivant la revendication 1, selon lequel la chaudière (10), le générateur de vapeur ou analogue inclut un brûleur (18) équipé d'un régulateur (28) d'envoi du combustible, caractérisé en ce que ledit signal est un signal représentatif de l'écoulement réglé de combustible envoyé au brûleur (18).

9. Procédé selon la revendication 1, selon lequel chaque élément de pompage inclut un cylindre (62, 64, 66, 68)en communication avec une première chambre (69), un piston (62, 64, 66, 68) et un diaphragme flexible (90) disposé dans une seconde chambre (96), le piston (62a,64a,66a, 68a) étant agencé de manière à entraîner par pompage un fluide par l'intermédiaire du cylindre (62,64,66,68) depuis la première chambre (69) dans la seconde chambre (96) de manière à déplacer le diaphragme (90) et refouler l'eau depuis l'entrée (56) en direction de la sortie (110), caractérisé en ce que la désactivation de chaque élément de pompage est réalisée au moyen de l'ouverture d'une soupape de dérivation respective (116,134,136,138), qui, lorsqu'elle est ouverte, raccorde de façon sélective les première et seconde chambres (69,96) de manière à empêcher le déplacement du diaphragme (90).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendica-

tions précédentes, caractérisé en ce que ladite durée d'un cycle complet est comprise entre 10 et 60 secondes.

FIG. 1

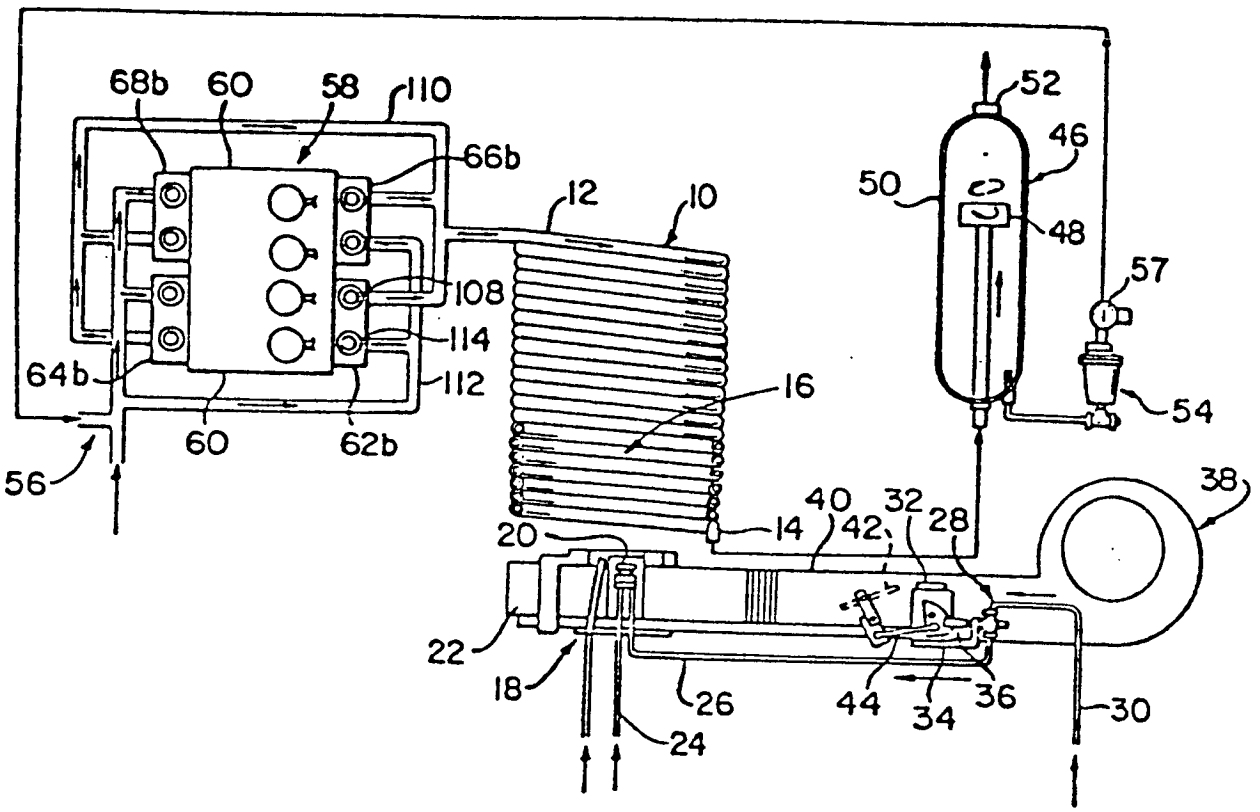

68b
60
58
110
66b
12
10
52
46
50
48
57
108
114
64b
112
16
54
56
60
62b
38
40
32
28
42
20
14
22
18
26
44
34
36
30
24

FIG. 6

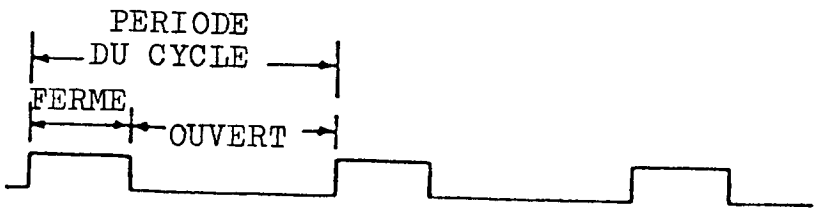

PERIODE
DU CYCLE
FERME
OUVERT

FIG. 2

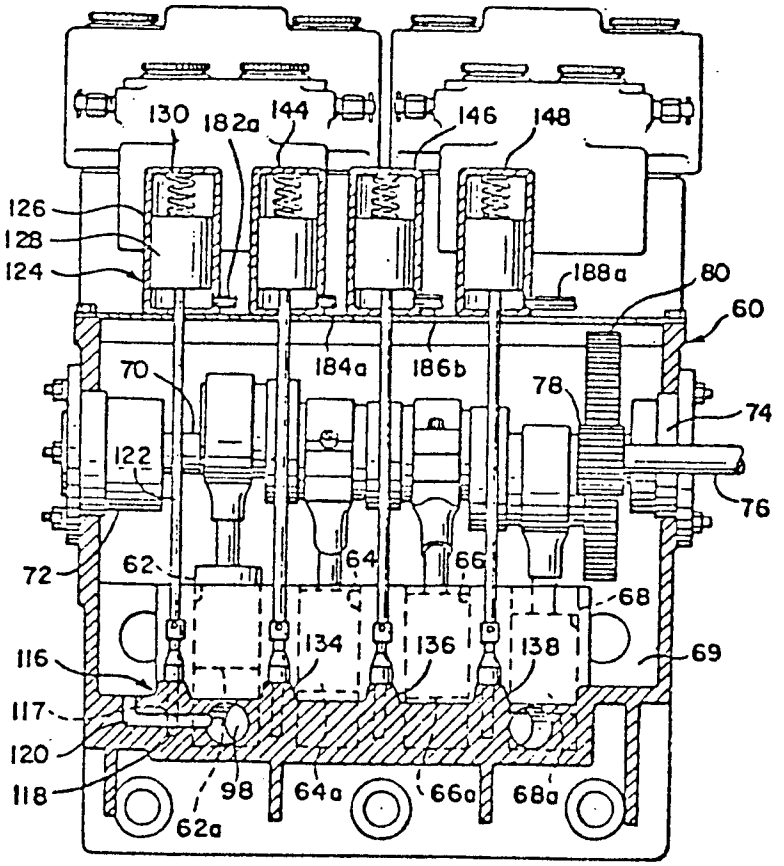
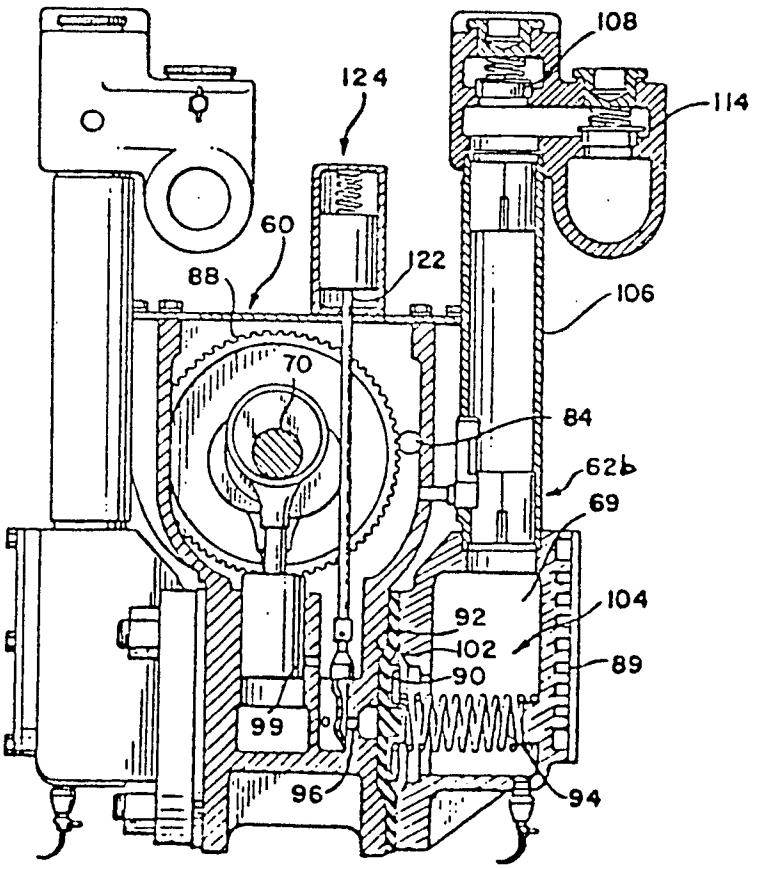

130
182a
144
146
148
126
128
124
188a
80
60
70
184a
186b
78
74
122
76
72
62
64
66
68
116
134
136
138
69
117
120
118
98
64a
66a
68a
62a

FIG. 3


108
124
114
60
88
122
106
70
84
62b
69
104
92
102
89
90
99
96
94

SOUPAPE DE DERIVATION	DEMANDE D'EAU 100%	DEMANDE D'EAU 90%	DEMANDE D'EAU 65%	DEMANDE D'EAU 50%	DEMANDE D'EAU 35%	DEMANDE D'EAU 20%
116	FERME	CYCLE DE MARCHE FERME / OUVERT =20%	CYCLE DE MARCHE FERME / OUVERT =60%	OUVERT	CYCLE DE MARCHE FERME / OUVERT =40%	CYCLE DE MARCHE FERME / OUVERT =80%
134	FERME	FERME	OUVERT	OUVERT	OUVERT	OUVERT
136	FERME	FERME	FERME	FERME	OUVERT	OUVERT
138	FERME	FERME	FERME	FERME	FERME	OUVERT

FIG. 4

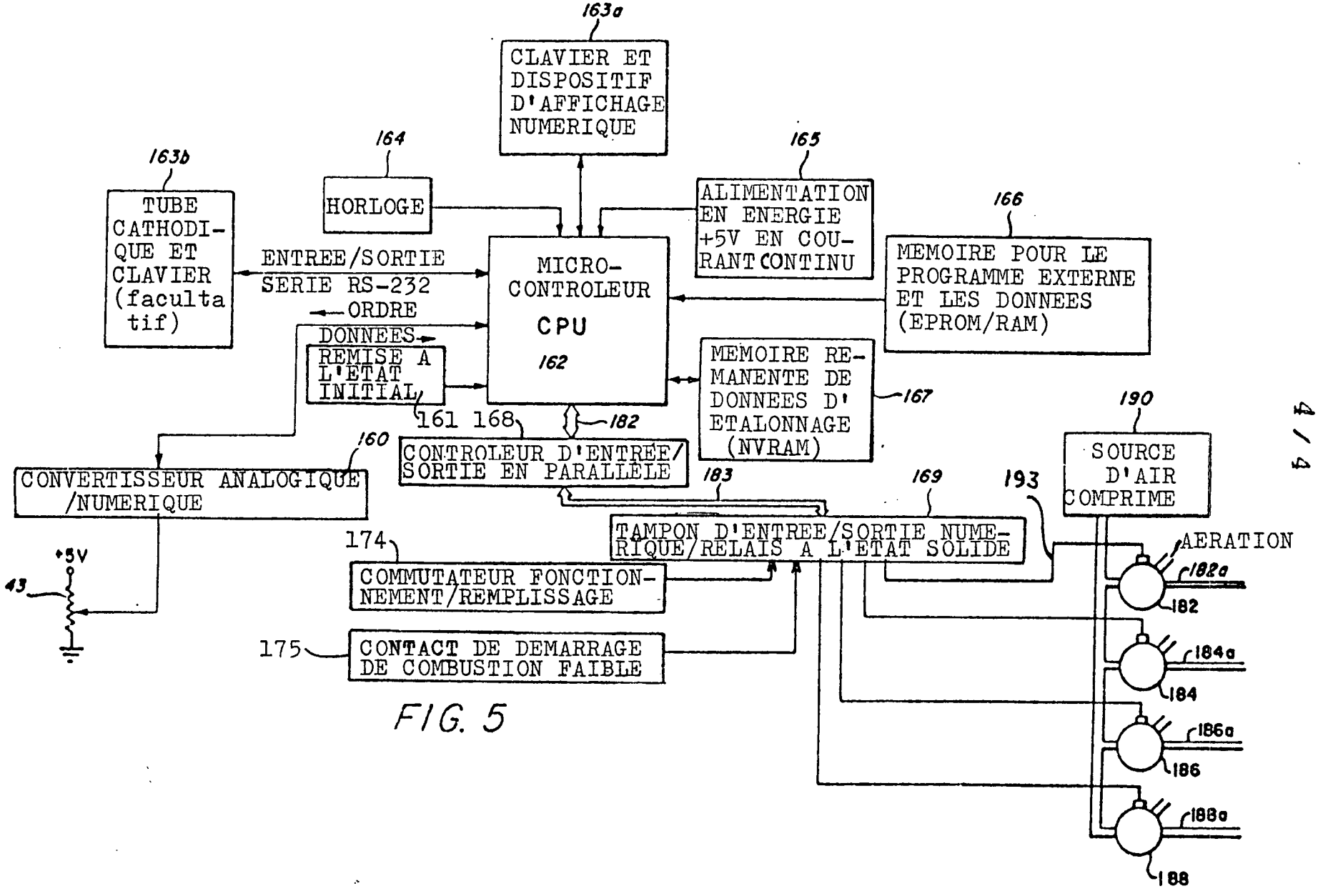

163a
CLAVIER ET DISPOSITIF D'AFFICHAGE NUMERIQUE
163b
TUBE CATHODIQUE ET CLAVIER (facultatif)
164
HORLOGE
165
ALIMENTATION EN ENERGIE +5V EN COURANT CONTINU
166
MEMOIRE POUR LE PROGRAMME EXTERNE ET LES DONNEES (EPROM/RAM)
ENTREE/SORTIE SERIE RS-232
ORDRE
DONNEES
MICRO-CONTROLEUR CPU 162
REMISE A L'ETAT INITIAL
161
168
182
MEMOIRE REMANENTE DE DONNEES D'ETALONNAGE (NVRAM)
167
190
160
CONVERTISSEUR ANALOGIQUE /NUMERIQUE
CONTROLEUR D'ENTREE/SORTIE EN PARALLELE
183
169
193
SOURCE D'AIR COMPRIME
+5V
43
174
TAMPON D'ENTREE/SORTIE NUMERIQUE/RELAIS A L'ETAT SOLIDE
AERATION
COMMUTATEUR FONCTIONNEMENT/REMPLISSAGE
182a
182
184a
184
186a
186
188a
188
175
CONTACT DE DEMARRAGE DE COMBUSTION FAIBLE

FIG. 5